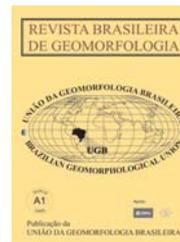




www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 14, n° 4 (2013)



GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE CURITIBA-PR

GEOMORPHOLOGY OF THE CURITIBA MUNICIPALITY-PR

Eduardo Salamuni

*Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geologia – Rua: Francisco H. dos Santos, S/N -Centro Politécnico – Jardim das Américas – CEP: 81530-990 - Curitiba, PR - Brasil – Caixa Postal: 19.001
– Telefone: (41) 3361-3691
E-mail: salamuni@ufpr.br*

Edenilson Roberto do Nascimento

*Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geologia – Rua: Francisco H. dos Santos, S/N -Centro Politécnico – Jardim das Américas – CEP: 81590-990 - Curitiba, PR - Brasil – Telefone: (41) 3361-3691
E-mail: deni_ern@ufpr.br*

Pedro Augusto Hauck da Silva

*Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geologia – Rua: Francisco H. dos Santos, S/N -Centro Politécnico – Jardim das Américas – CEP: 81530-990 – Curitiba, PR - Brasil – Telefone: (41) 3361-3691
E-mail: falecom@pedrohauck.net*

Chisato Oka Fiori

*Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós Graduação em Geografia – Rua: Francisco H. dos Santos, S/N -Centro Politécnico – CEP: 81531-980 - Curitiba, PR - Brasil – Caixa Postal: 19.001 – Jardim das Américas – Telefone: (41) 3361-3450
E-mail: chisato@ufpr.br*

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:
11/06/2013

Data de Aprovação:
03/11/2013

Palavras-chave:

Relevo; morfoestrutura;
morfotectônica; Curitiba.

Keywords:

Relief; morphostructure;
morphotectonics; Curitiba.

Resumo

O município de Curitiba está inserido na Bacia Sedimentar de Curitiba, que comparada às zonas montanhosas do seu entorno, Serra do Mar e zona dissecada do Grupo Açungui, pode ser considerada relativamente plana. Todavia, a análise específica do recorte geográfico do município de Curitiba demonstra que a geomorfologia local não é monótona, mas pelo contrário, revela interessantes discrepâncias que são marcadas em domínios morfoestruturais diferenciados. Assim foram definidos pelo menos três domínios: (a) norte e noroeste; (b) centro e centro leste e (c) sul e sudeste. Tais domínios apresentam hipsometria bem variável com cotas máximas em torno de 1000 até 1020 m na região norte e noroeste e cotas mínimas entre 830 e 860 m. Igualmente há diferenciação nos relevos, que são constituídos por planícies aluvionares ou então por relevos mais enérgicos do tipo morrotes, tanto de topos alongados quanto arredondados. Por outro lado, os domínios apresentam diferentes graus de rugosidade, desde alto até baixo; declividades que na média estão entre 3 e 20%; vertentes côncavas naquelas com maior declividade e rugosidade, e convexas nas de menor declividade e rugosidade. Os rios de Curitiba no seu grande traçado estão encaixados em fraturas N-S, NW-SE e NW-SE e seus vales são assimétricos na maior parte das bacias de drenagem. Como característica principal, os rios Barigui, Belém, Ribeirão dos Padilhas e Ponta Grossa correm na base de escarpas de falhas, as quais estão bem erodidas e não são tão íngremes. O padrão de drenagem se

apresenta localmente como sub-dendrítico, mas na maior parte das vezes é relativamente bem estruturado havendo, inclusive, anomalias importantes como capturas – o caso mais interessante é o do Ribeirão dos Padilhas, cuja cabeceira possivelmente tenha sido capturada pela bacia hidrográfica do rio Barigui. As variações morfoestruturais presentes, que antes foram associadas exclusivamente a uma evolução morfoclimática, são consideradas aqui como geradas a partir de processos morfotectônicos iniciais e morfoclimáticos posteriores. Assim os efeitos da deformação das várias superfícies de aplanamento ou erosão (Pd3 – Sulamericana, Pd2 – Alto Iguaçu e Pd1 – Curitiba), foram condicionados por uma tectônica que, apesar de relativamente fraca, “constrói” a morfoestrutura de maneira bem marcada e propícia a sofrer os efeitos da erosão lateral e/ou da dissecação, de acordo com a predominância climática entre o fim do Paleógeno e o Holoceno.

Abstract

The municipality of Curitiba is located in the sedimentary basin of Curitiba, which compared to the mountainous area around it, to the Serra do Mar mountain range and to the dissected area of the Açungui Group, it can be considered relatively flat. Nonetheless, the specific analyses of the geographic profile of Curitiba, shows that local geomorphology is not monotonous, but rather reveals interesting discrepancies that are marked as different morphostructural domains: (a) north and northwest; (b) center and central east and (c) south and southeast. Such domains have exceptionally varied hypsometry with maximum altimetry around 1000 to 1200 m in the north and northwest zones and minimum altimetry about 860 and 830m. Also, there is differentiation in the relief, which is constituted of alluvial plains or of energetic reliefs such as hills, with either elongated summits or rounded ones. On the other hand, the domains show different degrees of roughness, from high to low; average slope between 3 and 20%; concave hillsides on the ones with higher slope and roughness, and convex hillsides in the lower slope and roughness areas. The Curitiba's rivers in general are set over N-S, NW-SE and NW-SE fractures and its valleys are asymmetrical in the several parts of the drainage basin. As a main feature, the Barigui, Belém, Ribeirão dos Padilha and Ponta Grossa rivers flows on the base of the fault escarpments, which are very eroded and are not as steep. The drainage pattern, locally, is subdendritical, but it is mostly relatively well structured, also having important anomalies such as drainage captures – the most interesting case being the Ribeirão dos Padilhas, which spring possibly could have been captured by the hydrographical basin of Barigui. The morphostructural variations, which once were associated exclusively to a morphoclimatical evolution, are considered here to have been generated by initial morphotectonic processes and later morphoclimatic processes. Thus, the deformation effects of the many erosion surfaces (Pd3 – South American, Pd2 – Alto Iguaçu and Pd1 - Curitiba) were conditioned by tectonics that, although being relatively weak, “builds” the morphostructure in a well-defined and propitious of suffering the effects of side erosion and/or dissection manner, according to the climatic predominance between the end of the Paleogene and the Holocene.

Introdução e localização

O presente trabalho objetiva revisar, sintetizar e levantar hipóteses a respeito da evolução geomorfológica do sítio urbano de Curitiba, inclusive com base na esculturação da paisagem. Esse conjunto de conhecimento se faz necessário em face ao crescente aumento da ocupação de Curitiba e a mudança relativamente rápida da paisagem urbana. São destacadas as ideias centrais, que diversos autores apresentaram sobre as características geomorfológicas do sítio urbano em foco. Com a geomorfologia (modelado de relevo, hipsometria, declividade e padrões de drenagem, por exemplo) ressaltando aspectos fundamentais da morfoestrutura e da morfotectônica local, objetiva-se a proposição de um modelo geomorfológico regional, no que tange à formação da paisagem local.

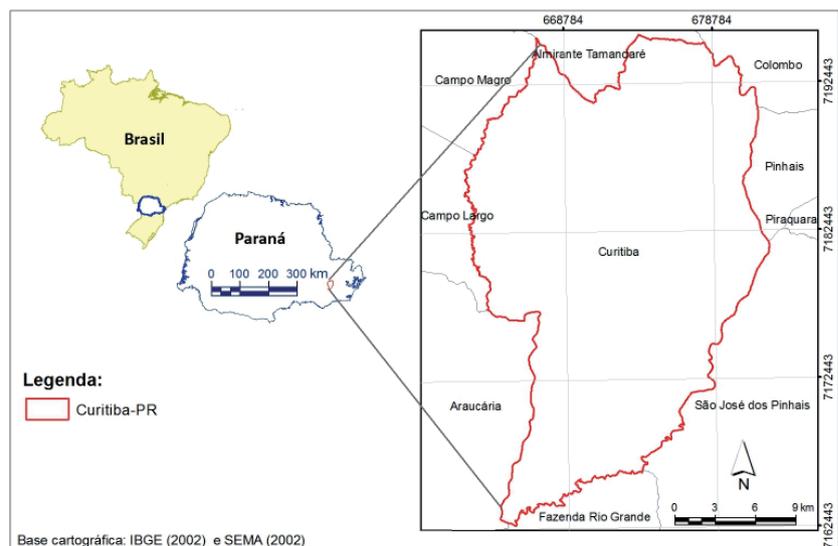


Figura 1 – Localização do sítio urbano de Curitiba, em relação aos municípios vizinhos.

O município de Curitiba situa-se entre as coordenadas 49°00' e 49°35'W e 25°20' e 25°46'S (Figura 1). Está inserido no Primeiro Planalto do Paraná, na porção centro-sul do Planalto de Curitiba, e encontra-se limitado a leste pela Serra do Mar, a oeste pela escarpa da Serra de São Luiz do Purunã e a norte pelo relevo dissecado dos metamórficos do Grupo Açungui.

Métodos

Para a caracterização geomorfológica regional foram utilizadas fotoanálise e fotointerpretação em fotografias aéreas nas escalas 1:70.000 e 1:25.000; bem como os dados obtidos em levantamentos de campo, somados a informações prévias dos trabalhos de Salamuni (1998), Salamuni *et al.* (1999), Salamuni *et al.* (2004) e Chavez-kus (2008). Parte dos conceitos descritivos foram baseados em IBGE (2009).

Modelos digitais de elevação (MDEs) sombreados foram confeccionados a partir de dados SRTM e também a partir da digitalização de cartas plani-altimétricas da CO-MEC, na escala 1:50.000. Para integração dos dados digitais foi utilizado o *software* ArcGis 10.1® e seu aplicativo Spatial Analyst®.

Os estudos e análises estão baseados em Soares & Fiori (1976), no que tange aos padrões de drenagem e sua significação; em conceitos da Geomorfologia Tectônica (Keller e Pinter 1996, Schumm *et al.* 2000), que considera que os atributos geomórficos guardam estreita relação com a história, a magnitude e a taxa de processos tectônicos atuais ou pré-atuais.

Contexto regional

Morfoestruturas regionais

O zoneamento geomorfológicos do estado Paraná foi estabelecido por Maack (1981), com base em uma ampla pesquisa de campo, que se revelou bastante realística em seu traçado regional. Assim, uma subdivisão orográfica do território do estado foi proposta por aquele autor, subdividindo-o em pelo menos cinco recortes geográficos explanados a seguir:

- a. Zona Litorânea: constituída por bloco de falha com fisiografia embasada em “processo de tectonismo de falha (...)” do Terciário até o término do Cretáceo.
- b. Serra do Mar: constituída por uma típica serra marginal elevada entre 500 e 1000 m acima do nível médio do Planalto de Curitiba.
- c. Primeiro Planalto (Planalto de Curitiba): limitado a leste pela Serra do Mar e a oeste pela escarpa de São Luiz do Purunã. A altitude média varia de 750 a 1000 m, formando paisagem ondulada e regionalmente homogênea.

d. Segundo Planalto (Planalto de Ponta Grossa): limitado a leste pela *cuesta* da escarpa devoniana e a oeste pelo *front* da escarpa da Serra Geral (ou Serra da Boa Esperança).

e. Terceiro Planalto (Planalto de Guarapuava): representa o plano de declive que forma a *cuesta* da Serra Geral do Paraná.

Em se tratando do território paranaense, outros importantes trabalhos de sínteses regionais podem ser mencionados, tais como o de Ross (1985), o Atlas Geomorfológico do Paraná (Mineropar 2007), o qual embasou o trabalho de Santos *et al.* (2006).

Em escala local, por outro lado, há trabalhos que complementam esse quadro, como o de Bigarella *et al.* (1978), que retrata a zona litorânea e a Serra do Mar tanto em sua geomorfologia quanto sua geologia.

Premissas geológicas e paleoambiente

O território do município de Curitiba está inserido, do ponto de vista geológico, na Bacia Sedimentar de Curitiba. Essa entidade tem como embasamento cristalino, o Complexo Atuba (Siga Jr. *et al.*, 1996) que pode ser encontrado aflorante em meio à cobertura sedimentar (Figura 2). É composto essencialmente por gnaisse, e também por, quartzito, quartzo-xisto, micaxisto, anfíbolito, gnaisse-granito e granulito, estando o conjunto frequentemente migmatizado. A feição estrutural principal é uma xistosidade e/ou um bandamento gnaissico, ambos pervasivos regionalmente, direcionados com frequência segundo a direção ENE, com variações desde N40E até N60W e com mergulhos de médio a alto ângulo. Tais estruturas são originadas por cisalhamento simples dúctil com superimposição de deformação de natureza rúptil a rúptil-dúctil. Superimpostas à estrutura dúctil verifica-se um sistema de fraturas (juntas e falhas) direcionadas, principalmente, para NE-SW, NW-SE e N-S, que se mostram muito importantes no controle das direções de instalação de rios maiores e pequenas drenagens, mesmo na área dos sedimentos terciários.

A cobertura sedimentar da Bacia de Curitiba, segundo Bigarella & Salamuni (1962), é formada por depósitos de argilitos inclusive com lentes arenosas, arcósios e bolsões rudáceos da Formação Guabirotuba; depósitos de cascalhos e sedimentos imaturos da Formação Tinguís e, ainda, depósitos holocênicos coluvionares e aluvionares (depósitos de várzea) formados pelo transporte e sedimentação local ou, no caso dos aluviões, pelo depósito sedimentar em rios atuais. A principal unidade sedimentar, Formação Guabirotuba, cuja espessura não ultrapassa 70 m, foi descrita como formada por materiais inconsolidados ou quando muito, endurecidos por soluções de carbonato de cálcio, geralmente em lentes arenosas (caliche). Nas regiões periféricas da bacia são encontrados depósitos de cascalhos, contendo seixos angulares

de quartzo, diabásio, granitos, rochas metabásicas e gnaiss, além de seixos nos próprios argilitos. Bigarella & Salamuni (1957; 1959), Bigarella *et al.* (1961) e Bigarella & Salamuni (1962) consideraram a Bacia de Curitiba como formada em ambiente flúvio-lacustre sob clima árido a semiárido, com ocorrência restrita de margas ou camadas de arenito carbonático “em sítio propício ao desenvolvimento de extensos leques aluviais”. Esses, ao penetrarem em direção ao centro da bacia, preencheram os vales que formavam a calha da

bacia, por meio de um sistema de drenagem anastomosado, com rios efêmeros e planícies sujeitas à inundações cíclicas. Becker (1982), Salamuni (2004), Machado *et al.* (2012) e Lima *et al.* (2013) consideraram, também, a concorrência de depósitos de barras como causa dos depósitos arenosos e arcoseanos lenticulares. A alternância ou oscilação do clima, entre semiárido e úmido, foi enfatizada por Bigarella & Salamuni (1957 e 1962), Azevedo (1981) e Becker (1982).

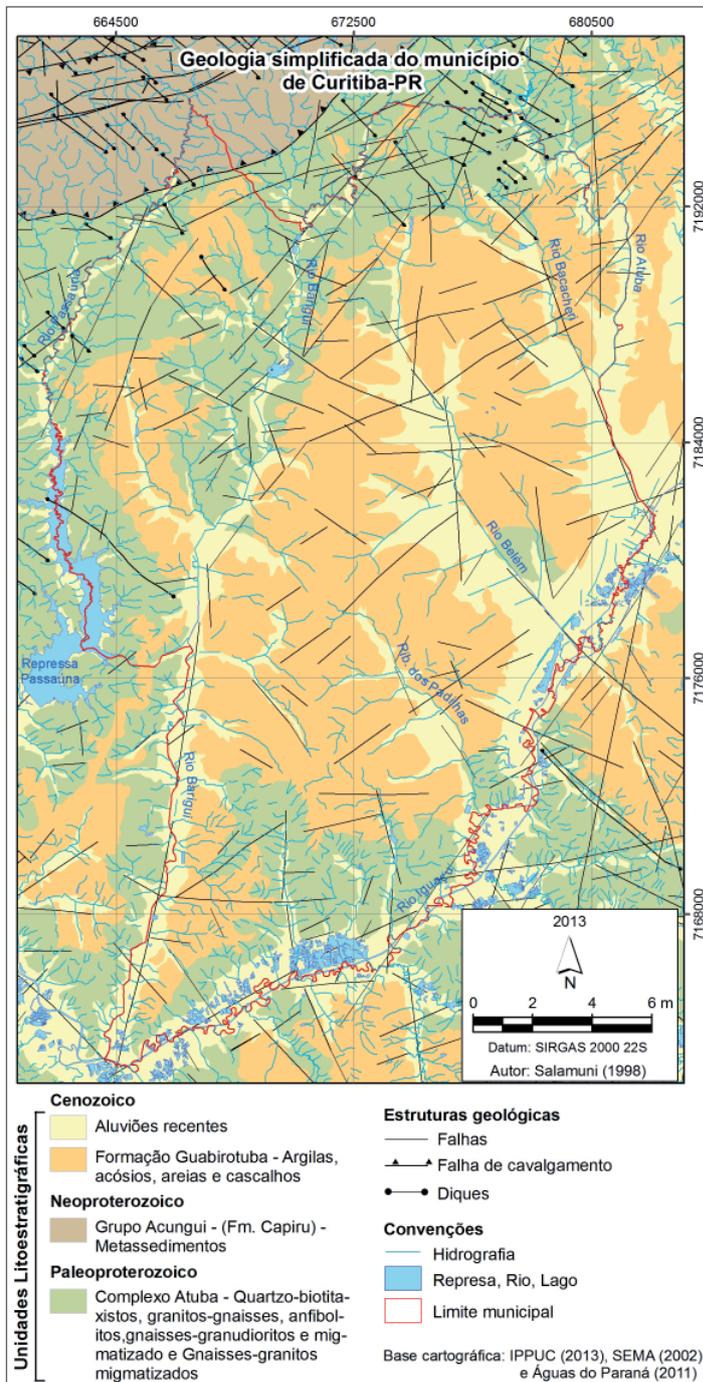


Figura 2 – Mapa geológico do município de Curitiba e arredores. Observar o domínio sedimentar da Bacia que recobre os maciços do embasamento previamente erodidos.

A Formação Guabirotuba foi subdividida em Formação Tinguis e Formação Guabirotuba por Becker (1982), ratificando Bigarella & Becker (1975). O contato entre ambas é discordante, por meio de uma superfície erosiva irregular, que permite sua identificação. A Formação Tinguis, formada por sedimentos retrabalhados da Formação Guabirotuba apresenta estratificação incipiente, depósitos esparsos de seixos, polimífticos, facetados e de diversas origens, com matriz sílico-argilosa.

Bigarella & Salamuni (1962) e Becker (1982) também mencionaram, depósitos das planícies de inundação e os baixos terraços, marginais às várzeas holocênicas, como formação mais recente depositada invariavelmente sobre as formações Guabirotuba e Tinguis, bem como sobre o Complexo Atuba. Esses depósitos são formados essencialmente por bolsões de argila, areia e de seixos subangulares e subarredondados predominantemente de quartzo e quartzito com espessura variável desde poucos decímetros até mais de um metro. São provenientes do retrabalhamento de antigas cascalheiras da Formação Guabirotuba e da Formação Tinguis pelos rios meandantes e por extensas inundações nas várzeas e podem ser encontrados facilmente na região leste e sul do município. Completando o arcabouço estratigráfico, Lopes (1966) descreveu as vastas planícies aluvionares, principalmente ao longo das drenagens secundárias afluentes do rio Iguaçu, tais como os rios Verde, Passaúna, Barigui e Belém. Esses sedimentos, essencialmente arenosos, podem apresentar estratificação plana e até cruzada.

Bigarella & Salamuni (1962) atribuíram a idade plio-pleistocênica para os depósitos da Bacia Sedimentar de Curitiba como sendo sua idade mais provável em função das suas superfícies de erosão, mas não descartaram a possibilidade de ampliação destas idades até o Terciário Médio. Azevedo (1981) e Becker (1982) ratificaram a premissa de que pelo menos a porção superior da Formação Guabirotuba seja de idade pleistocênica. Salamuni *et al.* (1999), no entanto, com base em palinofósseis, aparentemente correlatos com a Formação Itaquaquecetuba, sugere uma idade de início de sedimentação entre o Oligo e o Mioceno, mais antiga, portanto do que as interpretações iniciais.

Além dos trabalhos anteriormente citados, outros relativos à geologia, hidrogeologia e geotecnia são encontrados em Talamini Neto (2001); Kormann (2003) e Machado (2009).

Morfologia e morfotectônica

Em relação à morfologia do planalto de Curitiba, Ab'Saber & Bigarella (1961) apontaram a existência de dois compartimentos aplainados, subdivididos em superfícies pediplanizadas (Pd) e superfícies pedimentares (P). O primeiro compartimento, corresponde à Superfície do Purunã de Maack (1947) e Almeida (1952) ou à Superfície Sulamericana de King (1956) que é definida como “interplanáltica típica de pediplanação exorrêica”, e recebe a classificação ou nomenclatura local de Pd3. Segundo esses autores a elevação epirogenética do escudo (Complexo Atuba) permitiu a erosão e a abertura de um compartimento intermontano de eversão. Há um posterior aplainamento, formando-se por alternância de clima seco (pediplanação) e úmido (dissecação), as superfícies Pd2, de caráter endorreico e a superfície Pd1, embutida naquela, e que atualmente conforma os principais interflúvios do município (Figura 3). Stefanello *et al.* (2011) desenvolvem essa temática, revendo o conceito dos pediplanos para a porção oriental do estado do Paraná.

Para Bigarella *et al.* (1965) a geomorfologia da Bacia Sedimentar de Curitiba (BSC) é fruto de processos morfoclimáticos, resultantes da alternância de climas úmidos e secos, e da concorrência de eventos tectônicos, fortes o suficiente para controlar os principais traços morfoestruturais e, conseqüentemente, a evolução geomorfológica da área. O relevo local, com altitudes variáveis entre 870 e 1000 m, é classificado como colinoso (Ab'Saber, 1966) a colinoso escarpado, intermeado por suaves e amplas planícies de inundação, em forma de calhas aluvionares, que se estendem por mais de 800 km² (Salamuni *et al.*, 2004). Maack (1981) descreveu a BSC e a geomorfologia como formada por morrotes do embasamento dissecados pela drenagem, que gera erosão e depósitos de sedimentos fluviais recentes. As colinas são amplas, com rampas suaves e articuladas por talwegues de altitudes inferiores por meio de uma sucessão de patamares e as encostas são dissecadas por talwegues menores que separam os remanescentes de pedimentos (Canali & Muratori, 1981).

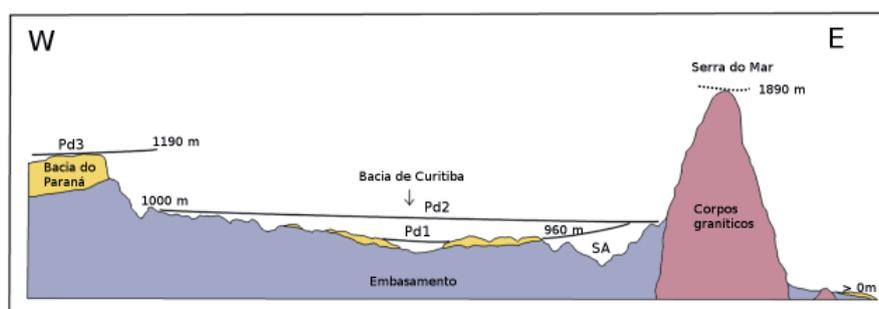


Figura 3 – Região do Planalto de Curitiba, englobando de leste para oeste a Serra do Mar, a Bacia Sedimentar de Curitiba e a Serra de São Luís do Purunã e as superfícies de aplainamento regionais: Pd3 (Superfície Sulamericana), Pd2 (Superfície Alto Iguaçu), Pd1 (Superfície Curitiba) e SA (Superfície Atual) (Modificado de: Ab'Saber e Bigarella, 1961).

Tanto no Atlas Geomorfológico do Paraná (Mineropar, 2007) quanto no trabalho de Santos *et al.* (2006), o Planalto de Curitiba é considerado como uma unidade morfoescultural com dissecação média, que ocupa área de cerca de 2660 km². As classes de declividade predominantes são menores que 6% (Canali & Muratori, 1981), em área de aproximadamente 1630 km² e de 6 a 30% em área de pouco mais de 1.000 km².

Em trabalhos que envolvem a tectônica cenozóica local Salamuni *et al.* (1999), Salamuni *et al.* (2004) e Chavez-Kus e Salamuni (2003 e 2008), diferentemente de considerar uma exclusiva evolução morfoclimática, demonstraram que além disso funcionaram para a esculturação morfológica da região estruturas relacionadas às falhas, ou seja, os processos precursores da geomorfologia e da paisagem teriam sido morfotectônicos, que além de controlarem a deposição da BSC tiveram papel preponderante na sua deformação em função, principalmente, de reativações por meio de basculamentos de blocos. Tal assertiva está em consonância com o generalizado arcabouço estrutural verificado nas diversas bacias contemporâneas BSC, e o considerar que as implicações morfotectônicas da bacia são fundamentais para a interpretação geomorfológica local (Salamuni *et al.*, 2004) e Riffel (2005).

Para Almeida (1976) e Riccomini (1989) as bacias de Volta Redonda, Resende, Taubaté e São Paulo e a própria BSC, além dos depósitos de Pariquera-Açu no vale do rio Ribeira do Iguape, são consideradas como tafrogênicas e integrantes do chamado rifte Continental do Sudeste Brasileiro (anteriormente denominado de rifte da Serra do Mar). As evidências de que os depósitos terciários sofreram estruturas sin e pós-genéticas ao preenchimento de suas calhas estruturais, em resposta a eventos tectônicos síncronos do sudeste e sul brasileiro, são descritas em vários trabalhos (Hasui *et al.*, 1978; Coimbra *et al.*, 1985; Riccomini *et al.*, 1984; Melo *et al.*, 1985a; Melo *et al.*, 1985b; Riccomini *et al.*, 1985; Campanha *et al.*, 1985; Melo *et al.*, 1986; Riccomini *et al.*, 1987).

Especificamente em relação à BSC, seu preenchimento se deu por meio de represamento tectônico, efetivado pela soma de pequenas falhas (Siemiradzki, 1898; Maack, 1947; Bigarella & Salamuni, 1957). Fortin (1989) observou que a Bacia de Curitiba está limitada por duas grandes estruturas rúpteis regionais: uma falha na sua porção norte com direção NE-SW, denominada por Salamuni *et al.* (2004) de Falha do Passaúna, e uma a leste com direção N-S que limita os maciços graníticos da Serra do Mar, já anteriormente citada por Maack (1981) e, posteriormente denominada de Falha Serra do Mar-Occidental por Salamuni *et al.* (2004). Além dessas, no território do município de Curitiba, especificamente, há falhas que são significativas para a organização morfoestrutural local.

Resultados e discussões

A geomorfologia do município de Curitiba requer sua visualização sob pontos de vista variados, obtidos por meio da análise de elementos fisiográficos, morfoestruturais, morfotectônicos e geológicos. A individualização dessas feições permite estabelecer um padrão geomorfológico heterogêneo para o recorte geográfico em foco, inclusive estabelecendo domínios diferenciados, que demonstram que o município de Curitiba apresenta heterogeneidades locais acentuadas. Assim, seguem caracterizações e análises que compõem o quadro fisiográfico e morfológico da área em análise

Caracterização do relevo

O município de Curitiba caracteriza-se por constituir-se como uma depressão morfológica margeada por dois altos topográficos e estruturais. A leste e sudeste ocorrem os contrafortes ocidentais de direção NNE-SSW, representados pelos maciços graníticos da Serra do Mar, que oscilam entre cotas de 1.100 e 1.200 m, mas em suas porções mais elevadas podem chegar a mais de 1.800 m (Pico Paraná). A oeste e a noroeste localiza-se o segundo alto estrutural, composto pelos metassedimentos do Grupo Açungui, que podem alcançar em média 950 m de altitude, com picos de até 1.100 m. Apresentam-se como *hog-backs* de quartzito na direção NE-SW e de diques de diabásio na direção NW-SE, além de *inselbergs* locais de variados litotipos.

A morfologia local é apresentada no modelo digital de elevação (MDE) sobreposto aos mapas hipsométrico e de declividade (Figuras 4a e 4b, respectivamente) que representam de forma realística as características de relevo da área assim como sua fisiografia, sendo possível, no entanto, identificar uma inclinação suave aproximadamente de norte para sul.

Mesmo com diferenças topográficas internas, a região onde está presente a BSC é modelada como uma depressão geológica alongada na direção NE-SW. Morfologicamente está controlada pelo eixo da bacia hidrográfica rio Iguaçú que de acordo com Salamuni (1998) não coincide com o depocentro geológico da bacia sedimentar, deslocado para oeste em relação ao eixo do rio Iguaçú.

As cotas mais altas do terreno em média estão posicionadas entre 910 e 940 m, havendo pelos menos duas regiões que atingem cotas em torno de 1020 m (Figura 4a). As porções mais baixas estão entre 860 e 880 m de altitude, havendo um baixo topográfico aproximadamente circular, com cota entorno de 830 m localizado entre divisa de Curitiba e o município de Pinhais. O relevo mais acentuado de Curitiba (ver mapa hipsométrico, figura 4a) está localizado em sua porção norte e oeste, enquanto as cotas mais baixas estão em suas regiões central, leste e sudeste. A sul, com exceção do vale do rio Iguaçú e da foz do rio Barigui, as cotas voltam a ficar um pouco mais acentuadas.

A hipsometria está correlacionada à declividade dos terrenos e das vertentes, ou seja, nas regiões mais elevadas, situadas na região norte da cidade, a declividade média está entre 8 e 20%, podendo pontualmente chegar até a 45%; na região central a declividade é variável entre menor que 3% e pouco mais de 8%, mas volta a se acentuar na região sul com declividades menores que 8 a até 20%.

A forte rugosidade e o aplainamento generalizado do sítio urbano de Curitiba é facilmente caracterizável em mapa (Figura 5a) e em campo, principalmente se o observador estiver posicionado na região norte da cidade, ou seja, nas áreas mais elevadas dos bairros, Pilarzinho, Santa Cândida ou Santa Felicidade. Nesses locais os vales encaixados articulam vertentes com maior declividade. Igualmente no modelo

digital da figura 5a, é possível observar as pediplanações resultantes da erosão lateral em vales posicionados no interior e arredores da Bacia Sedimentar de Curitiba, que resultam na suavização de vertentes nas áreas de influência das drenagens mais importantes no interior do sítio urbano de Curitiba. No mapa da figura 5b, que mostra as formas de vertentes, é possível observar uma relação direta entre a ocorrência de vertentes côncavas e áreas de maior rugosidade e declividade e vertentes convexas em áreas de rugosidade média e menor declividade. Ou seja, a suavização da paisagem por meio da erosão ainda encontra-se em atividade no primeiro caso, mostrando que ali as áreas são mais suscetíveis à problemas geotécnicos, inclusive.

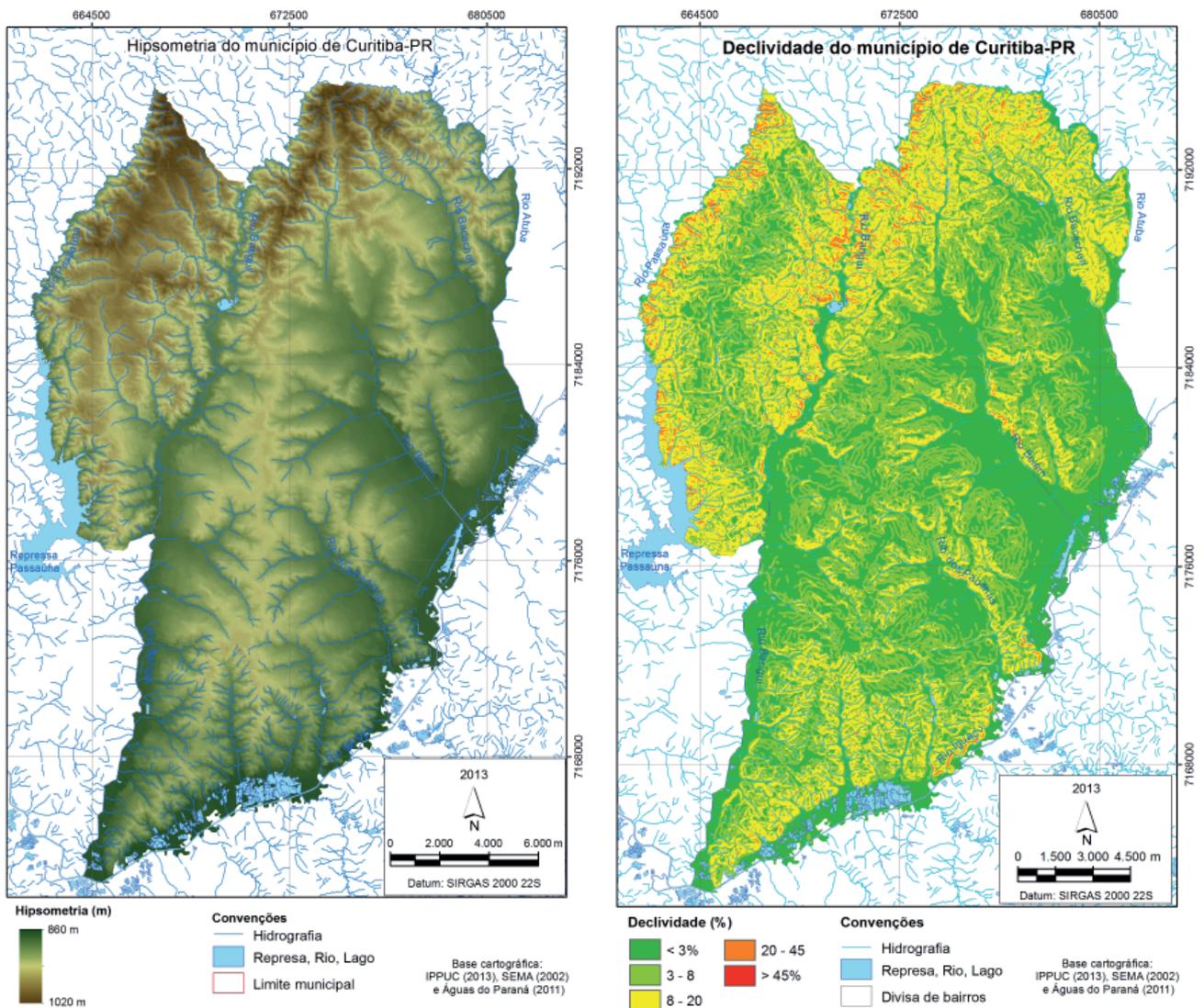


Figura 4 – Mapas hipsométrico (a) e de declividade (b) do município de Curitiba, mostrando as diferenças de relevo entre as porções de seu território. Ressalte-se a existência de um interflúvio central de direção norte-sul e os vales morfoestruturais que controlam os principais traços de drenagem.

As exceções, de áreas mais íngremes, estão presentes em porções escarpadas da vertente norte/leste do rio Belém, do ribeirão dos Padilhas e rio Ponta Grossa e do próprio rio Iguazu a leste da foz do rio Barigui. O controle das morfoestruturas locais é morfotectônico, principalmente nos planos de falha NW-SE ou aproximadamente N-S, conforme discutido em Salamuni *et al.* (2003) e Salamuni *et al.* (2004).

Esse quadro leva à conclusão que a bacia de drenagem principal (rio Iguazu) e seus tributários, instalados sobre BSC, estão mais dissecando-a do que erodindo-a lateralmen-

te. Uma interessante configuração hipsométrica da região da bacia do alto rio Iguazu e arredores, mostra a superfície de sua vertente norte (direita) mais inclinada que sua vertente sul (esquerda). Por conta dessa configuração assimétrica da bacia do alto rio Iguazu, os tributários de maior ordem da vertente do norte estão dissecando com mais energia a bacia sedimentar e, ao mesmo tempo, apresentam menor acumulação de aluviões, enquanto que os tributários da vertente sul possuem menor energia, caracterizando o local como de maior acumulação. Este processo responde ao motivo pelo qual, nessa área, há eventos sazonais de inundação.

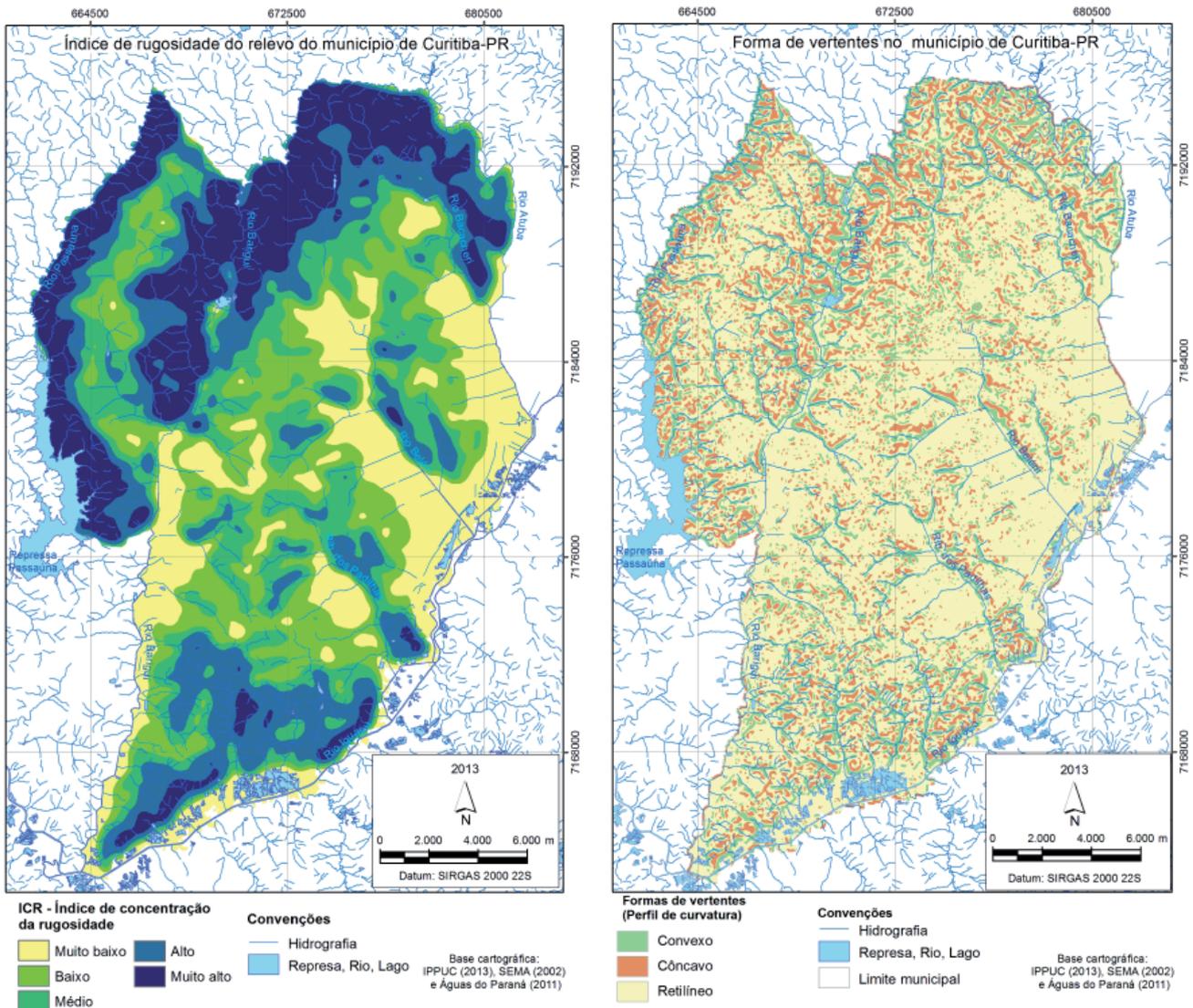


Figura 5 – (a) Mapa de índice da concentração da rugosidade do relevo de Curitiba, que mostra áreas com importantes diferenças topográficas locais em contraposição às áreas cujas diferenças topográficas locais é ausente ou pouco significativa; (b) Mapa de formas de vertentes.

Domínios geomorfológicos

A bacia do alto Iguazu foi subdividida por Muratori *et al.* (1988) em duas unidades geomorfológicas: planalto de Curitiba (ou altíssimo Iguazu) e planície do rio Iguazu.

Salamuni *et al.* (2004) complementaram essa subdivisão ao compartimentar a área em pelo menos cinco domínios geomorfológicos (Figura 6a). Tais domínios correspondem a zonas homólogas que possuem idênticas características morfológicas representadas pelos seguintes sistemas de relevo:

(I) Sistema de planície de várzea ou terrenos aluvionares (ou de inundação) com depósitos sedimentares pouco entalhados e frequentes terrenos alagadiços; (II) Sistema de colinas de topo alongado, principalmente nas direções N-S e NE-SW, escarpas mais baixas, entalhamento relativo e dissecação lenta em desenvolvimento devido à atual rede de drenagem; (III) Sistema de colinas de topo plano, cujas colinas apresentam formas arredondadas, tipo “meia laranja”, vertentes suaves, côncavas em geral, com entalhamento e dissecação pouco profunda mas com densa rede fluvial; (IV) Sistema de montanha, com escarpas altas e vertentes côncavo-convexas, entalhamento profundo, pouca dissecação, preenchimento de canais e pequenos topos tabulares, mas com grande quantidade de picos. A drenagem é densa, pouco orientada, com exceção dos segmentos principais; (V) Sistema de morros

com cristas estreitas e alongadas, geralmente para NE-SW, mas podendo apresentar direções NW-SE, intermeados por regiões de topografia arrasada, colinosa alongada.

No domínio do município ou sítio urbano de Curitiba, predominam os sistemas (I) nas porções leste, centro-leste, extremo sul e sudoeste; (II) no centro, oeste e subsidiariamente a sudeste; (III) na sua porção norte, centro oeste e sudeste. O mapa de relevo concebido por C. OKA FIORI, modificado na figura 6b, ratifica a compartimentação geomorfológica sugerida, e mostra que há uma forte herança geológica, tanto estrutural quanto litotípica. Assim sendo, os domínios das planícies são condicionadas às áreas aluvionares dos maiores rios locais; nos domínios de colinas alongadas predomina a Formação Guabiruba bem como nos domínios com colinas arredondadas onde afloram as rochas cristalinas do Complexo Atuba.

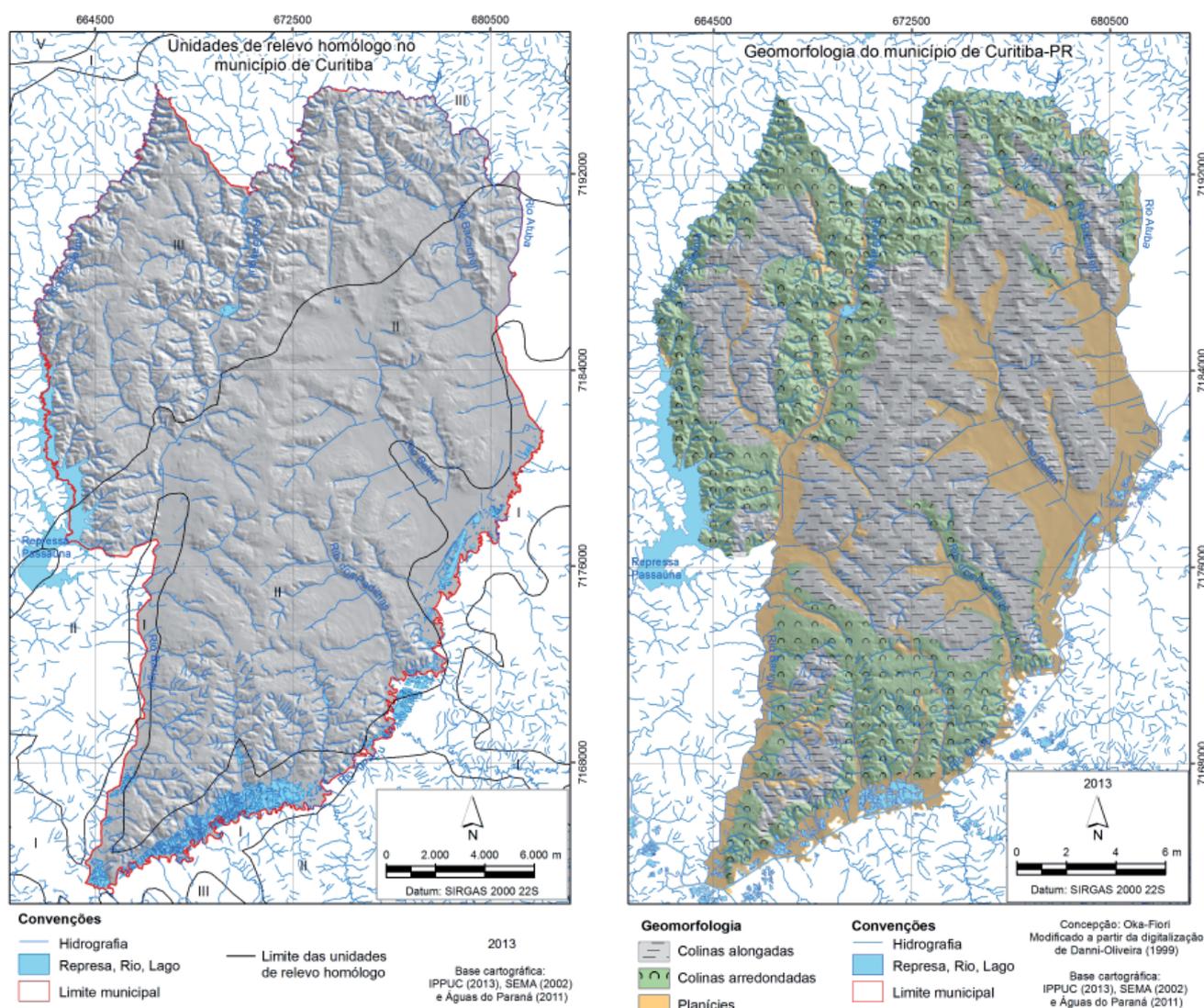


Figura 6 – (a) Domínios geomorfológicos definidos por Salamuni et al. (2004): I – sistema de planície de várzea; II – sistema de colinas de topo alongado, III – sistema de colinas de topo plano com formas arredondadas; (b) Mapa de relevo segundo a concepção de C. Oka Fiori, que detalha o relevo do município de Curitiba

Nos modelos digitais apresentados nas figuras 4a a 6b, observam-se topos alongados e aplainados, que constituem os interflúvios maiores, de direção NNW-SSE, como por exemplo, os interflúvios do rio Belém e do rio Ivo e, principalmente, o grande interflúvio posicionado na direção N-S, praticamente na bissetriz do recorte geográfico do município de Curitiba, que individualiza a bacia do rio Barigui, articulando sua vertente esquerda com outras sub-bacias de drenagem (Figura 7a). Por outro lado, onde há vertentes convexas e vales em “V”, o modelado se dá em rochas do Complexo Atuba.

Padrões de drenagem

Dois fatores são preponderantes na definição da arquitetura da rede fluvial: os litotipos envolvidos e sua estruturação. A Bacia Sedimentar de Curitiba é drenada pela bacia do alto rio Iguaçu, considerado de quarta ordem de acordo com o conceito de Strahler (1952), bem como por seus tributários de terceira, segunda e primeira ordens. Se considerado apenas o recorte geográfico do município de Curitiba, é forçoso admitir que o segmento do rio Barigui, na divisa oeste portanto, apresenta grande importância e sua bacia hidrográfica controla o modelado morfoestrutural desde a porção central do município até sua porção oeste.

Em relação à densidade de drenagem, observa-se que é mais alta em áreas onde há exposição das rochas do embasamento (Complexo Atuba), por exemplo na região sul e parte da norte, é relativamente menor em áreas dominadas pelas associações faciológicas argilosas entre a Formação Guabirubá e Tinguis e menos acentuadas onde ocorrem aluviões, em função do caráter mais psamítico e portanto mais poroso e permeável dos sedimentos, apesar da pouca profundidade do nível freático naqueles locais. As áreas a sul e a oeste da bacia apresentam abundâncias de canais e rios, devido à maior impermeabilidade de substrato em relação à bacia sedimentar. No caso dos cursos de rios que atualmente dissecam as rochas do embasamento, as zonas de fraqueza locais representadas pela foliação também são responsáveis por parte da boa densidade da drenagem. Neste caso observam-se os segmentos de primeira ordem fortemente orientados preferencialmente para NE-SW, o que indica herança estrutural dos planos de xistosidade ou do bandamento gnaissico, que constituem alinhamentos de relevo nas zonas de maior fragilidade, e que, inclusive, podem ter sido movimentados em épocas mais recentes. Salamuni *et al.* (2004) mostraram que os segmentos de drenagens de primeira e segunda ordem possuem duas tendências bem claras, com direções entre N40-60W e N40-60E, praticamente perpendiculares entre si. A figura 7 mostra um diagrama de rosetas das principais direções das drenagens (terceira até a quarta ordens), representadas principalmente pelos rios Barigui e Iguaçu, respectivamente.

Os padrões de drenagem são diferenciados entre o domínio da BSC e seu entorno. Nas zonas periféricas, a análise dos segmentos das drenagens de terceira e/ou segunda ordens, revela um padrão subparalelo a sul da bacia sedimentar, subdendrítico a dendrítico a oeste e a leste e subretangular a subparalelo a norte.

Já no interior do sítio urbano de Curitiba, na porção sudoeste da bacia sedimentar, junto à foz do rio Barigui, a drenagem possui um padrão retangular a sub-treliça. Em todas as outras regiões os tributários de terceira ordem do rio Iguaçu possuem um controle morfoestrutural aproximadamente na direção NNW-SSE a N-S, com um padrão subparalelo a sub-retangular, enquanto as drenagens de segunda ordem assumem padrão paralelo direcionados para E-W. Portanto, a somatória dos padrões das drenagens, ou seja, em escala de observação mais abrangente, os padrões são em geral sub-retangulares a retangulares. Se também forem consideradas as drenagens de primeira ordem, o padrão regional tende, por sua vez, ao subdendrítico (Figura 8a).

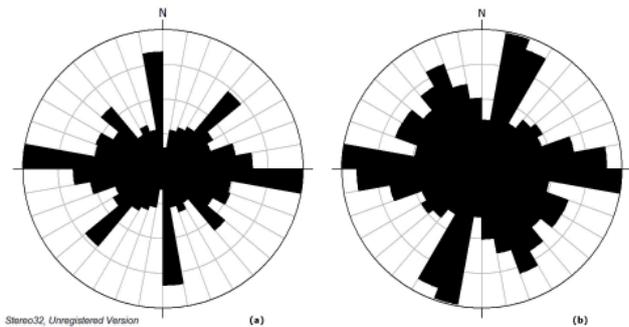


Figura 7 – Diagramas de roseta dos segmentos de rios, no município de Curitiba: (a) frequência com concentrações para EW, N-S e NE-SW e (b) comprimentos cuja direções principais são NE-SW, E-W e subsidiariamente NW-SE.

A classificação do padrão de drenagem nos sedimentos horizontalizados com suave mergulho regional, portanto, depende de qual ordem dos tributários se está observando.

As bacias hidrográficas formadoras do rio Iguaçu, posicionadas no interior da bacia sedimentar, apresentam padrões de drenagem diferenciados tanto em sua vertente esquerda quanto na direita. Adotando-se como ponto de referência a vertente direita do rio Iguaçu, a partir de sua montante seus tributários, ou seja, o rio Belém, o ribeirão dos Padilhas, o rio Ponta Grossa, o arroio Espigão e o rio da Prensa caracterizam vertentes medianamente assimétricas que provocam a formação de escarpas (Figura 8b) igualmente não muito íngremes, mas que são suficientes para demarcar diferenças hipsométricas no terreno, associadas inclusive a falhas geológicas de dimensões locais. Dessas estruturas, as mais notáveis são observadas nas bacia do rio Barigui, Belém e Ribeirão dos Padilhas, e em outras, cujos vales principais são direcionados para WNW-ESE.

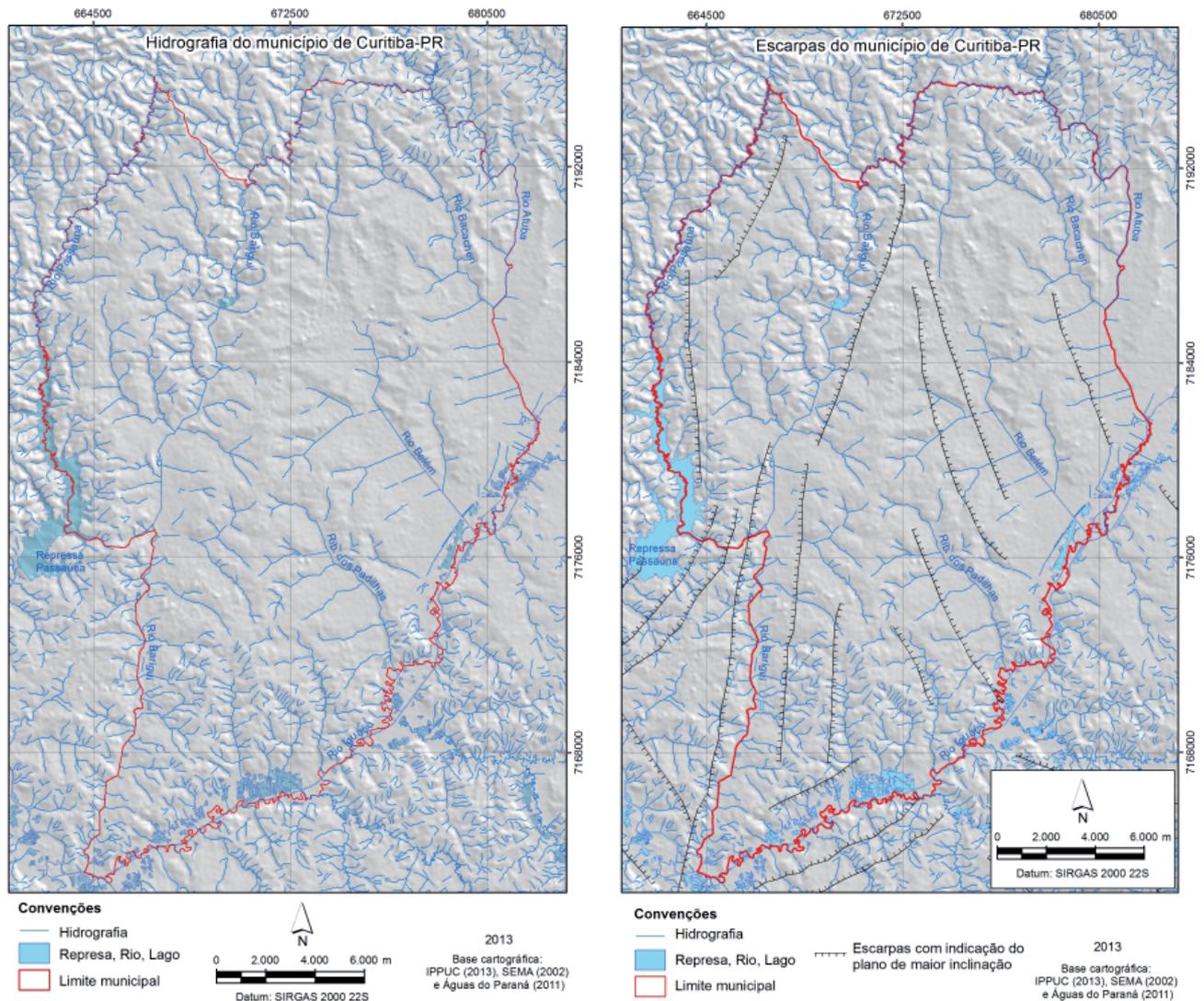


Figura 8 – (a) Padrões de drenagem do município de Curitiba e arredores; (b) Escarpas formadas a partir de basculamentos estruturais, gerando um elemento morfotectônico relativamente comum no território de Curitiba e arredores.

Anomalias de drenagem

Um dos tipos de anomalias melhor observadas na área da bacia sedimentar ou áreas do embasamento é a forma em candelabro ou em “V” das drenagens de segunda e primeiras ordens. Tais anomalias representam quebras de relevo importantes que, inclusive, podem definir *knick-points* (na definição de Hack, 1973; Seeber & Gornitz, 1983) e delimitam alinhamentos estruturais recentes em escarpas desgastadas pela erosão (Figura 8b). Essa evolução contínua de vertentes, registrada por tais anomalias, está ligada a processos morfotectônicos do substrato, após a implantação da rede principal de drenagem, decorrentes de fenômeno neotectônico, como interpretado por Salamuni *et al.* (2004).

Em relação ao rio Iguaçu, drenagem principal da área, há anomalias relacionadas tanto à forma do canal e sua relação com os depósitos aluvionares ali formados e retrabalhados. No local onde se origina o altíssimo rio Iguaçu, cuja direção geral é NE-SW, o canal natural é relativamente retilíneo havendo pouca formação de meandros. Imediatamente à jusante, porém, antes de sua inflexão para oeste há um desnível topográfico localmente significativo, que origina uma alteração no canal caracterizada pela formação de meandros. Alinhamentos NW-SE ou aproximadamente N-S, onde se encaixam os principais tributários do rio Iguaçu, tais como o rio Belém, ribeirão dos Padilhas e o rio Atuba, marcam zonas de pequenos barramentos e consequente aumento da formação de meandros à montante.

Anomalias do rio Iguaçu, como as zonas meandranas, são resultantes da lenta troca do gradiente hidráulico, devido a basculamentos que provocam mudanças no regime de sedimentação e também na morfologia da sua planície aluvionar.

No segmento do rio Iguaçu cuja direção é ENE-WSW, na divisa sul de Curitiba (ver figura 9), a formação de meandros é conspícua ocorrendo significativa redução na energia hidráulica. Tal característica se faz perceber com mais evidência à montante do rio Barigui, controlado por plano de falha normal de direção N10E, que provoca o barramento do rio Iguaçu. Em todo o trecho há pequenos meandros abandonados, sendo bastante evidentes os que ocorrem na foz do rio Barigui. À jusante da foz desse rio os meandros são mais espaçados.

Nas maiores drenagens tributárias do rio Iguaçu, a quantidade de meandros não é tão significativa, ou seja, os canais são mais retilíneos. Todavia as anomalias percebidas são de outra natureza, como por exemplo a notória assimetria das bacias de drenagem que propiciam a geração de meandros abandonados, esparsos no presente caso. Leder & Gawthorpe (1987) demonstraram que a migração preferencial de canais pode levar ao desenvolvimento de depósitos, cujos registros poderão indicar a direção do mergulho do bloco basculado. Levando-se em conta os aluviões do alto rio Iguaçu e seus tributários, é possível visualizar vários segmentos de drenagem com evidências de migração de canais. Isso pode ser confirmado na bacia do rio Barigui, cujo eixo está deslocado para oeste em relação à sua planície aluvionar.

Outras importantes anomalias são verificadas como capturas e cotovelos, que ocorrem no rio Belém, ou então formas em candelabro e intersecções que ocorrem no ribeirão dos Padilhas e seus tributários. A ocorrência desses tipos de anomalias e de meandros, principalmente aqueles “comprimidos”, são resultantes da morfotectônica que é caracterizada no local por blocos de falhas e domos, por exemplo. Essa conclusão é a mesma que os estudos clássicos de Howard (1967) e Ouchi (1985) apontaram ao definir que a morfologia de um rio e o comportamento de seu canal podem constituir respostas a processos de ajustes tectônicos.

Conclusões

A região do município de Curitiba sobre a BSC apresenta uma geomorfologia rica com características diferenciadas entre si. Apesar de relativamente plana em relação a outras entidades morfoestruturais vizinhas (maciço da Serra do Mar, metassedimentos do Grupo Açungui, metamorfitos do embasamento cristalino), há

particularidades interessantes em sua paisagem que determinam alguns aspectos, inclusive relativas à sua ocupação (Ab'Saber 1961). Nesse aspecto Cunico (2013) avalia que há influência das características geomorfológicas na ocupação inicial de Curitiba e que as características do terreno determinam, até o presente, grande parte das atividades socioeconômicas e ambientais locais, além das questões básicas de mobilidade urbana

Esse aspecto geral é caracterizado pela hipsometria que revela blocos altos e baixos em função de alinhamentos estruturais, onde se encaixam os segmentos de drenagens mais significativos. O relevo é marcado, na maioria das vezes, por escarpas com *fronts* baixos, dificilmente passando dos 30 m de gradiente entre topo e base, como podem ser destacadas escarpamentos em trechos dos rios Barigui, Belém, Atuba, Ribeirão dos Padilhas e o Ponta Grossa de maneira mais restrita. Tais escarpas se encontram em avançada dissecação já não se identificando um perfeito contorno do *front*. Entretanto, na região em foco há escarpas delimitáveis e trechos retilíneos de vales que caracterizam elementos morfotectônicos no contato entre blocos formados por diferentes litotipos.

A evolução geomorfológica do sítio urbano de Curitiba se deu de forma relativamente contínua nos seus aspectos morfotectônicos mas de maneira episódica em relação aos aspectos morfoclimáticos, até por conta das mudanças climáticas desde o fim do Paleógeno (Terciário), até o Holoceno (Quaternário). Ambos os processos podem ser considerados complementares para a formação da paisagem atual, todavia o arcabouço geológico estrutural é muito marcante em relação ao controle morfogenético, como por exemplo no que se relaciona aos segmentos de drenagem. Nesse caso podem ser citados tanto o encaixe do rio Iguaçu, controlado por alinhamentos estruturais NE-SW e E-W, quanto de seus tributários locais, como os rios Barigui, Belém e Ribeirão dos Padilhas.

Essas características morfoestruturais, derivadas de tectônica cenozóica controladora da formação e deformação da Bacia Sedimentar de Curitiba, podem ser melhor observadas nos mapas hipsométrico e de declividade (Figura 4), bem como na concepção de Oka Fiori (mapa de relevo da figura 6a). Essa abordagem foi amplamente discutida em Salamuni et al. (2003, 2004), inclusive em questões que envolvem morfoestruturas derivadas de movimentos neotectônicos sin e pós-deposicionais que afetam sedimentos da bacia sedimentar, por meio de basculamentos e/ou subsidência de blocos do substrato. Isso provoca erosão diferencial nos domínios morfotectônicos, presença de assimetria de vertentes, escarpas e depósitos aluvionares em sua base e quebra de horizontes lateríticos.

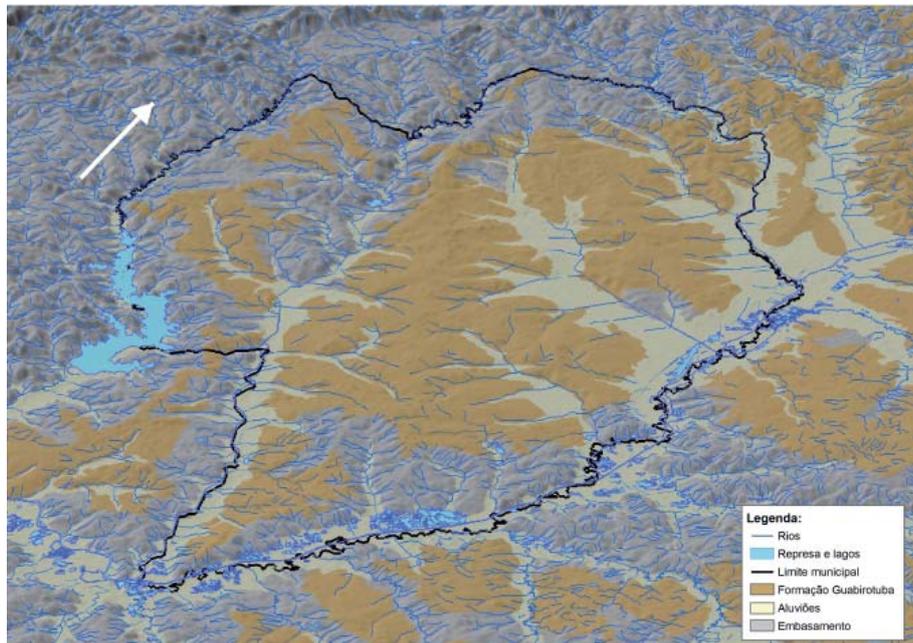


Figura 9 – Modelo digital de elevação de Curitiba e arredores, mostrando as diferenças morfológicas entre as unidades em dissecção, ou seja, o Complexo Atuba (embasamento em cinza) e a Formação Guabirotuba (em laranja) e a unidade em deposição (terrenos colúvio-aluvionares em amarelo), que são depósitos correlativos a uma nova superfície de aplainamento (SA).

Todavia a esculturação das paisagens dependem dos ciclos de dissecção e erosão lateral. Tais circunstâncias estão diretamente relacionados às mudanças climáticas que ocorrem, pelo menos, desde o fim do Paleógeno (no Oligo-Mioceno), resultando na dissecção e/ou a deformação da Superfície Sulamericana (Pd3) e, conseqüente, a formação da Superfície do Alto Iguaçu (Pd2). Assim as diferenças entre a forma de relevo (topos alongados ou arredondados), vertentes côncavas ou convexas ou as diferenças na rugosidade do terreno, são de caráter climático e, portanto, morfoesculturais.

Salienta-se que Curitiba pode ser subdividida em pelo menos três domínios geomorfológicos distintos: (a) regiões norte, oeste-noroeste e nordeste, dominadas pela maior hipsometria e mais forte rugosidade e declividade; (b) região central e centro-leste, dominadas por hipsometria relativamente baixa, rugosidade mais suave e declividade baixa e (c) região sul, com médios a baixos valores hipsométricos, forte rugosidade e declividade média.

A evolução geomorfológica do recorte geográfico de Curitiba apresenta um ciclo atual, fortemente impresso a partir do início do Holoceno, predominantemente de dissecção, ou seja, erosão da Superfície Curitiba (Pd1), possibilitando concluir-se que o ciclo deposicional da BSC ocorreu nesta época (Holoceno). Por outro lado, com a atual dissecção tanto de metamorfitos do Complexo Atuba quanto dos sedimentos das formações Guabirotuba e Tinguis e a conseqüente e deposição colúvio-aluvionar local, o que está havendo é a

formação de nova superfície de aplainamento (SA), em curso a partir da concorrência entre a atividade morfoclimática e as morfoestruturas locais (Figura 9).

Uma das conclusões efetivas do presente trabalho é que partindo-se de um ponto de vista geomorfológico, é possível ratificar as observações de Bigarella e Mousinho (1965) e Salamuni *et al.* (2003; 2004) de que por princípio é a tectônica do fim do Terciário, que se estende até o Quaternário (pelo menos até o fim do Pleistoceno), que controla a morfologia do recorte geográfico o município de Curitiba, complementada pela esculturação a partir de uma influência por processos climáticos diferenciados.

Referências bibliográficas

- AB'SABER, A. N.; BIGARELLA, J. J. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do Mar no Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 4/5, p. 94-110. 1961.
- AB'SABER, A. N. Notas a respeito do sítio urbano de Curitiba. USP - São Paulo, **Instituto de Geografia, Geomorfologia**, v. 3, 8p. 1966.
- ALMEIDA, F. F. M. Novas ocorrências de camadas supostas pliocênicas nos Estados de São Paulo e Paraná. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, v.1, n.1: p. 53-58. 1952.
- ALMEIDA, F. F. M. The system of Continental Rift bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais. Academia. Brasileira. Ciências**, 48 (supl.), p. 15-26. 1976.
- AZEVEDO, F. F. Thecamoebianas e organófitas na Formação Guabirotuba. In: Simpósio Regional de Geologia, 3., Curitiba. **Atas...**, Curitiba: SBG. v.2, p. 226-242. 1981.

- BECKER, R. D. **Distribuição dos sedimentos cenozóicos na Região Metropolitana de Curitiba e sua relação com a estrutura geológica e morfológica regional.** Tese (Doutorado), Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 180p. 1982.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. **Aspectos geográficos e geológicos da cidade de Curitiba e arredores.** (Reimpresso do álbum comemorativo do 1º Centenário da drogaria Stellfeld. Curitiba: Faculdade Católica de Filosofia. p. 67-69. 1957.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. Notas complementares à planta geológica da cidade de Curitiba e arredores. **Boletim do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas.** Curitiba, n.40, p.1-14. 1959.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; AB'SABER, A. N. Origem e ambiente de deposição da Bacia de Curitiba. **Boletim Paranaense de Geografia** - UFPR, Curitiba, n.4/5, p. 71-81. 1961.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba. **Boletim da UFPR.** Geologia. Curitiba, n.7, p. 1-164. 1962.
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia,** UFPR. Curitiba, n.16/17, p.153-196. 1965.
- BIGARELLA, J. J. & BECKER, R.D. Correlative deposits. In: International Symposium on the Quaternary, Curitiba. Topics for Discussion, X... Bol. **Paranaense Geoc.**, 33, p. 225-230. 1975.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R.D.; MATOS, D.J de; WERNER, A. (Ed). **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná: Um problema de segurança ambiental e nacional.** Secretaria do Estado do Planejamento do Paraná. 248p. Curitiba, 1978.
- CAMPANHA, G. A. C.; RICCOMINI, C.; MELO, M. S.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F. F. M.; DEHIRA, L. K. Análise do padrão de fraturamento Mesozóico-Cenozóico das bacias tafrogênicas do sudeste do Brasil. In.: **Simpósio Regional de Geologia**, 5., São Paulo, **Atas...** São Paulo:SBG. p. 337-350. 1985.
- CANALI, N. E. ; MURATORI, A. M. Síntese da evolução geomorfológica da Bacia Sedimentar de Curitiba. In.: **Simpósio Regional de Geologia**, 3, Curitiba, **Atas...**, Curitiba, SBG. v.2, p. 363-371. 1981.
- CHAVEZ-KUS, L. ; SALAMUNI, E. . Análise estatística de dados hidrogeológicos de poços tubulares profundos do Município de Curitiba-PR. **Boletim Paranaense de Geociências,** Curitiba - PR, v. 53, p. 59-79, 2003.
- CHAVEZ-KUS, L. ; SALAMUNI, E. . Evidência de tensão N-S intraplaca no neógeno, Complexo Atuba - região de Curitiba (PR). **Revista Brasileira de Geociências,** v. 38, p. 439-454, 2008.
- COIMBRA, A. M; RICCOMINI, C. Considerações paleoambientais sobre as ocorrências de caliche nas bacias de Curitiba (PR), Taubaté (SP) e Resende (RJ). **Anais da Academia Brasileira.** Rio de Janeiro, v.57, p.517-518. 1985.
- CUNICO, C. **Do risco à adaptação: a identificação da vulnerabilidade socioambiental de Curitiba-PR.** Tese (Doutorado), Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná. 284 p. 2013.
- FORTIN, P. Mobilisation fractionnement et accumulation des terres rares lors de l'alteration lateritique de sediments argilo-sableux du Bassin de Curitiba (Brsil). **Memoirs des Sciences de la Terre.** Nancy, n.10, p.1-186. 1989.
- HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. **Journal Research of the U.S. Geol. Survey,** v. 1, n. 4, p. 421-429. 1973.
- HASUI, Y.; GIMENEZ, A. F.; MELO, M. S. Sobre as bacias tafrogênicas continentais do sudeste brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife, **Anais...**, Recife:SBG. v.1, p.328-391. 1978.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. In: **American Association of Petroleum Geology Bulletin,** v.51, n. 11 p. 2246-2259, 1967.
- IBGE. Manuais técnicos em Geociências número 5: **Manual técnico em Geomorfologia.** 2ª Ed. Rio de Janeiro, IBGE. 175 p. 2009.
- KELLER, E. A.; PINTER, N. **Active tectonics.** Prentice-Hall. 338p. 1996.
- KING, L. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro, v.18, n.2, p. 147-263. 1956.
- KORMANN, A. C. M. **Comportamento geomecânico da Formação Guabirotuba: estudos de campo e laboratório.** Tese (Doutorado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 429 p. 2003.
- LEEDER, M. R.; GAWTHORPE, R. L. Sedimentary models of extensional tilt-block/halfgraben basins. Special Publication. **Geological Society of London.** London, n.28, p. 139-153. 1987.
- LOPES, J. A. U. Nota explicativa da folha geológica de Curitiba. **Boletim UFPR,** Geologia. Curitiba, n.18. p. 1-20. 1966.
- LIMA, F. M. ; FERNANDES, L. A. ; MELO, M. S. ; GÓES, A. M.; MACHADO, D. A. M. . Faciologia e contexto deposicional da Formação Guabirotuba, Bacia de Curitiba (PR). **Brazilian Journal of Geology,** v. 43, p. 168-184, 2013.
- MAACK, R.. Breves notícias dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia.** Curitiba, v.2, p. 63-154. 1947.
- MAACK, R. **Geografia física do Paraná.** Livraria José Olympio Editora, (reedição), 450p. 1981.
- MACHADO, D. A. M. **Proveniência de sedimentos da bacia de Curitiba por estudos de minerais pesados.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná. 54 p. 2009.
- MACHADO, D. A. M. ; Fernandes, L. A. ; Góes, A. M. ; Mesquita M. J. ; Lima, F.M. . Proveniência de sedimentos da Bacia de Curitiba por estudos de minerais pesados. **Revista Brasileira de Geociências.** São Paulo, v. 42, n. 3, p. 563-572. 2012.
- MELO, M. S.; RICCOMINI, C.; ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. Sedimentação e tectônica da bacia de Resende-RJ. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** Rio de Janeiro, v.57, p.467-479. 1985a.
- MELO, M. S.; RICCOMINI, C.; HASUI, Y; ALMEIDA, F. F. M.; COIMBRA, A. M. Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências.** São Paulo, v.15, p.193-201. 1985b.
- MELO, M. S.; CAETANO, S. L. V.; COIMBRA, A. M. Tectônica e sedimentação na área das bacia de São Paulo e Taubaté. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia. **Anais...**, Goiânia: SBG. v.1, p.321-336. 1986.
- MINEROPAR S. A. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná.** Curitiba-PR, 2007. Escala 1: 250.000.
- MURATORI, A. M.; FERNANDES, A. ; PEKENS, E.; ROCHA, H. O.; SCOPEL, I.; SANTOS, E. L.; PASSOS, E. Compartimentação

- morfológica da Região Metropolitana de Curitiba. In.: Congresso Latino-Americano de Geologia, 7., Belém, **Anais...**, Belém, SBG, v.1, p.606-616. 1988.
- OUCHI, S. Response of alluvial rivers to show active tectonic movement. **Bulletin Geological Society of America**. Boulder, Co. v. 96, p.509-517, 1985.
- RICCOMINI, C.; TESSLER, M. G.; SUGUIU, K. Novas evidências de atividade tectônica moderna no sudeste brasileiro: Os depósitos falhados da Formação Pariqueira-Açu. [S.l.]: ABEQUA. **Publicação Avulsa**, 2, p.29-42. 1984.
- RICCOMINI, C.; MELO, M. S. de ; ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. Geologia da Bacia de Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 57, p. 518-519. 1985.
- RICCOMINI, C.; APPI, C. J.; FREITAS, E. L.; ARAL, M. Tectônica e sedimentação no sistema rifts continentais da Serra do Mar (Bacias de Volta Redonda, Resende, Taubaté e São Paulo). In.: Simpósio de Geologia RJ - ES, Rio de Janeiro, **Atas...**, Rio de Janeiro:SBG. p. 253- 298. 1987.
- RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Geociências) - São Paulo: Universidade de São Paulo, São Paulo. 256f. 1989.
- RIFFEL, S. B. **Curva hispométrica no mapeamento de paleosuperfícies: abordagem quantitativa**. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 89 p. 2005.
- ROSS, J. L. S. Relevô Brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo. n° 4, p. 25-39. 1985.
- SALAMUNIE. **Tectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba (PR)**. Tese (Doutoramento em Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista - Rio Claro. 233p. 1998.
- SALAMUNI, E.; SALAMUNI, R.; EBERT, H. D. Contribuição à geologia da Bacia Sedimentar de Curitiba (PR). **Boletim Paranaense de Geociências**. v. 47. p. 123-142. 1999.
- SALAMUNIE.; EBERT H. D., BORGES M. S.; HASUI Y.; COSTA J. B. S.; SALAMUNI, R. Tectonics and sedimentation of the Curitiba Basin. **Journal of South American Earth Sciences**, EUA, v. 15, n. 8. p. 901-910. 2003.
- SALAMUNI, E.; EBERT, H. D.; HASUI, Y. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 34, v.4. p. 469-478. 2004.
- SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n.2, v. 7, p. 3-11. 2006.
- SCHUMM S.A., DUMONT J. F., HOLBROOK J.M. **Active tectonics and alluvial rivers**. Cambridge University Press, 275p. 2000.
- SEEBER, L., & GORNITZ, V. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. **Tectonophysics**, v. 92, p. 335–367, 1983.
- SIEMIRADZKI J. V. Geologische Reisebeobachtungen in Süd-brasilien. **Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen**. Akademie der Wissenschaften CVII. Band. Abtheilung I. Heft I Bis X, p. 23-40. 1898.
- SIGAJR., O.; BASEI, M. A. S.; REIS NETO, J.M.; MACHIAVELLI, A.; HARARA, O. M. O Complexo Atuba: um cinturão Paleoproterozóico intensamente retalhado no Neoproterozóico. Boletim. **Instituto de Geociências, USP**. Série Científica. São Paulo, v.26. p.69-98. 1996.
- SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícias Geomorfológicas**. Campinas, v.16, n.32, p.71-104. 1976.
- STEFANELLO, A.C. **Estudo da ocorrência de superfícies de aplanamento em transectos no setor oriental do estado do Paraná**. Tese (Doutorado), Departamento de Geografia - Universidade Federal do Paraná. 170 p. 2011.
- STRAHLER, A.N. Hypsometric (areal-altitude) analysis of erosional topography. Bulletin. **Geological Society of America**. Boulder, Co., v.63, p.1117-1142. 1952.
- TALAMINI NETO, E. **Caracterização geotécnica do subsolo de Curitiba para o planejamento da ocupação do espaço subterrâneo**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos. 176 p. 2001.